

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-249303

(43)Date of publication of application : 06.09.2002

(51)Int.Cl.

C01B 3/38

H01M 8/04

H01M 8/06

(21)Application number : 2001-045294

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 21.02.2001

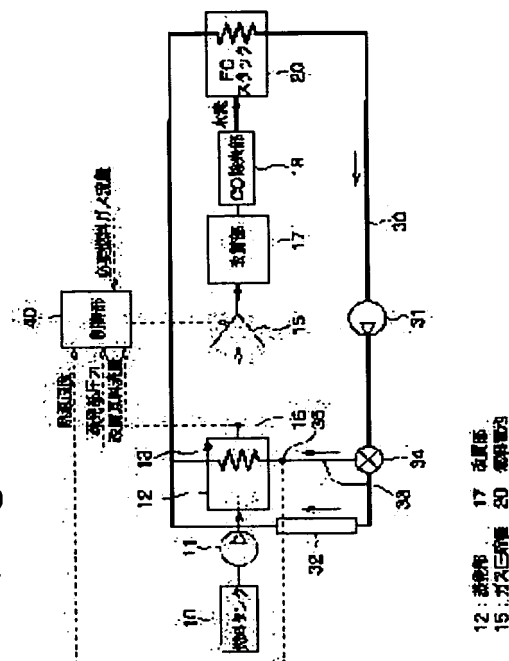
(72)Inventor : IMAMURA TOMONORI  
KATO HARUHIKO  
OKAMOTO KUNIO

## (54) APPARATUS FOR REFORMING FUEL

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an apparatus for reforming fuel to produce hydrogen by reforming a raw material for reforming, wherein heat energy necessary for evaporating the raw material at an evaporating part is decreased and moreover response of the apparatus for reforming fuel is improved.

**SOLUTION:** A gas compressor 15 is provided between an evaporating part 12 and a reforming part 17, wherein the evaporating part 12 produces a reforming gas by evaporating a raw material for reforming and the reforming part 17 produces hydrogen by catalytic reforming of the reformed gas, and the pressure in the evaporating part 12 is controlled by the gas compressor 15. As a heat source for heating the raw material for reforming, heat generated with the operation of a fuel cell 20 available through cooling water is used. The pressure control in the evaporating part 12 by the gas compressor 15 is carried out on the basis of heating temperature of the raw material for reforming heated by the heat source.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The fuel reformer characterized by to have the pressure control means (15) which is the fuel reformer which supplies said hydrogen to hydrogen consumption equipment (20), and controls the pressure in the evaporator (12) which said reforming raw material is evaporated and is used as reformed gas, and the reforming section (17) which reforms said reformed gas in hydrogen by the catalyst reforming reaction and said evaporator (12) while reforming a reforming raw material in hydrogen by the reforming reaction.

[Claim 2] The fuel reformer according to claim 1 characterized by performing pressure control in said evaporator (12) by said pressure control means (15) based on whenever [ said stoving temperature / which was equipped with the detection means (35) whenever / stoving temperature / which detects whenever / stoving temperature / by the heat source which heats said reforming raw material in said evaporator (12), and said heat source /, and was detected with the detection means (35) whenever / said stoving temperature ].

[Claim 3] Said pressure control means is a fuel reformer according to claim 1 or 2 characterized by being the gas-compression machine (15) formed between said evaporators (12) and said reforming sections (17).

[Claim 4] Said pressure control means (15) is a fuel reformer according to claim 3 characterized by being controllable in the flow rate of the reformed gas supplied to said reforming section (17).

[Claim 5] They are claim 1 which said hydrogen consumption equipment is a fuel cell (20), and is characterized by said heat source being generation of heat of said fuel cell (20) produced with operation of said fuel cell (20) thru/or the fuel reformer of any one publication of four.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the fuel reformer which reforms the reforming raw material containing a hydrocarbon compound in hydrogen by catalytic reaction.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the fuel reformer is proposed as a hydrogen feeder which supplies hydrogen to a fuel cell. The reforming raw material containing a hydrocarbon is evaporated in an evaporator (evaporation), and it consists of fuel reformers so that the reforming raw material evaporated in the reforming section equipped with a catalyst may be reformed in hydrogen by the catalyst reforming reaction.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in an evaporator, since the reforming raw material is evaporated under atmospheric pressure, it is necessary to heat a reforming raw material to an elevated temperature. For this reason, an evaporator takes a lot of heat energy, in order to evaporate a reforming raw material, and a hot heat source is needed. Moreover, since it was necessary to heat a reforming raw material to an elevated temperature, time amount was taken by evaporation from heating of a reforming raw material, and there was a problem that the responsibility of a fuel reformer worsened as a result.

[0004] In view of the above-mentioned trouble, this invention is a fuel reformer which reforms a reforming raw material and generates hydrogen, and also makes it the purpose to raise the responsibility of a fuel reformer further for the purpose of decreasing heat energy required in order to evaporate a reforming raw material in an evaporator.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, in invention according to claim 1 The evaporator which is the fuel reformer which supplies hydrogen to hydrogen consumption equipment (20), and a reforming raw material is evaporated and is used as reformed gas while reforming a reforming raw material in hydrogen by the reforming reaction (12), It is characterized by having the pressure control means (15) which controls the pressure in the reforming section (17) which reforms reformed gas in hydrogen by the catalyst reforming reaction, and an evaporator (12).

[0006] By such configuration, the pressure in an evaporator (12) is adjusted, the evaporation temperature of a reforming raw material is changed, and it can evaporate at lower temperature. Thereby, the heat energy which evaporation of reformed gas takes can be decreased. Moreover, since reformed gas can be evaporated at low temperature, the time amount which evaporation of a reforming raw material takes in an evaporator can be shortened, and the responsibility of a fuel reformer can be raised.

[0007] Moreover, in invention according to claim 2, it has a detection means (35) whenever [ stoving temperature / which detects whenever / stoving temperature / by heating means to heat a reforming raw material in an evaporator (12), and the heating means ], and is characterized by performing pressure control in the evaporator (12) by the pressure control means (15) based on whenever [ stoving temperature / which was detected with the detection means (35) whenever / stoving temperature ]. Thereby, since the evaporation temperature of reformed gas can be adjusted according to the temperature of a heat source, reformed gas can be evaporated certainly.

[0008] Moreover, in invention according to claim 3, the pressure control means is characterized by being the gas-compression machine (15) formed between an evaporator (12) and the reforming section (17). The pressure in an evaporator (12) can be adjusted by adjusting the rotational frequency of a gas-compression machine (15) by this, and a pressure control means can be offered with the simple configuration which

forms a gas-compression machine (15) between an evaporator (12) and the reforming section (17). Moreover, a pressure control means (15) can also constitute the flow rate of the reformed gas supplied to the reforming section (17) controllable like invention according to claim 4.

[0009] Moreover, in invention according to claim 5, hydrogen consumption equipment is a fuel cell (20), and it is characterized by a heat source being generation of heat of the fuel cell (20) produced with operation of a fuel cell (20). By adjusting the pressure of an evaporator (12) and reducing the evaporation temperature of a reforming raw material, reformed gas can be evaporated in this way using exhaust heat of a fuel cell (20).

[0010] In addition, the sign in the parenthesis of each above-mentioned means shows correspondence relation with the concrete means of a publication to the operation gestalt mentioned later.

[0011]

[Embodiment of the Invention] (The 1st operation gestalt) The 1st operation gestalt of this invention is hereafter explained based on drawing 1 - drawing 3. With the \*\*\*\* 1 operation gestalt, it has applied to the fuel cell system equipped with the fuel cell which generates electricity the fuel reformer of this invention according to the electrochemical reaction of hydrogen and oxygen for cars.

[0012] Drawing 1 shows the whole fuel cell system configuration of a \*\*\*\* 1 operation gestalt. As shown in drawing 1, it is generated by the fuel reformers 10-18, and it consists of fuel cell systems so that hydrogen may be supplied to a fuel cell (FC stack) 20.

[0013] The fuel reformers 10-18 consist of the fuel feed zones 10 and 11 which supply a reforming raw material, the evaporator (evaporator) 12 which is made to carry out the evaporation evaporation of the reforming raw material, and is used as reformed gas, a gas-compression machine 15 which controls the pressure in an evaporator 12, the reforming section 17 which reforms reformed gas in hydrogen in steam reforming, and carries out hydeogen-rich gas generation, and the CO removal section 18 which removes CO from hydeogen-rich gas.

[0014] The fuel feed zones 10 and 11 consist of a fuel tank 10 in which the reforming raw material containing a hydrocarbon compound was stored, and a fuel pump 11 which supplies the fuel for reforming of a fuel tank 10 to an evaporator 12. With the \*\*\*\* 1 operation gestalt, the gasoline is used as a hydrocarbon compound used for a reforming raw material. Moreover, water is contained in the reforming raw material. For this reason, the fuel feed zones 10 and 11 contain the moisture feeder which is not illustrated, and water is supplied to an evaporator 12 with a hydrocarbon compound.

[0015] By heating the reforming raw material of the liquid condition supplied from the fuel feed zones 10 and 11, it consists of evaporators 12 so that evaporation evaporation may be carried out and it may be made the reformed gas of a gaseous state. The reforming raw material path through which a reforming raw material passes, and the path for heating through which a heat carrier (the 1st operation gestalt cooling water) passes are formed in the evaporator 12, and a reforming raw material is heated by exhaust heat of a fuel cell 20 through cooling water like the after-mentioned. The pressure sensor 13 which detects the pressure in an evaporator 12 is formed in the evaporator 12. The reformed gas evaporated by the evaporator 12 is supplied to the reforming section 17.

[0016] The gas-compression machine 15 which compresses the reformed gas supplied from the upstream and is discharged to the downstream is formed in the downstream of an evaporator 12. The pressure control means which controls the pressure in an evaporator 12 by the gas-compression machine 15 is constituted. Furthermore, the gas-compression machine 15 also constitutes the flow rate control means which controls the flow rate of the reformed gas supplied to the reforming section 17 of the downstream. As a gas-compression machine 15, a displacement type compressor and a turbo type compressor can be used, for example. Moreover, the flow rate sensor 16 which detects the flow rate of the reformed gas supplied to the reforming section 17 is formed in the downstream of an evaporator 12.

[0017] After the gas-compression machine 15 attracts and compresses the gas of the upstream, it is discharged to the downstream. Therefore, the upstream of the gas-compression machine 15 serves as negative pressure by operating the gas-compression machine 15, and the inside of an evaporator 12 can be decompressed. If the rotational frequency of the gas-compression machine 15 is enlarged, while a gas suction force will increase and the pressure in an evaporator 12 will decline, the quantity of gas flow to the reforming section 17 becomes large. On the contrary, the reforming section 17 equipped with a reforming catalyst is formed in the downstream of the gas-compression machine 15 with which the quantity of gas flow to the reforming section 17 becomes small while a gas suction force will decrease and the pressure in an evaporator 12 will rise, if the rotational frequency of the gas-compression machine 15 is made small. Reformed gas is reformed to hydrogen, a carbon dioxide, and a small amount of carbon monoxide by the

steam-reforming reaction, and it consists of the reforming sections 17 so that hydrogen-rich gas may be generated. It consists of the reforming sections 17 so that a steam-reforming reaction and a partial oxidation reforming reaction may be used together. Air is supplied to the reforming section 17 from the air supply equipment which is not illustrated for a partial oxidation reaction. CO removal section 18 is formed in the downstream of the reforming section 17, and a carbon monoxide is removed from the hydrogen-rich gas generated in the reforming section 17.

[0018] The hydrogen generated by the above fuel reformers 10-18 is supplied to the fuel cell (FC stack) 20 as hydrogen consumption equipment. To the FC stack 20, air (oxygen) is supplied with hydrogen, and it is constituted so that electrical energy may occur according to the electrochemical reaction of hydrogen and oxygen. The power generated by the FC stack 20 is supplied to the car drive motor (load) which is not illustrated.

[0019] The FC stack 20 produces generation of heat with a generation of electrical energy. For this reason, the cooling systems 30-35 which cool the FC stack 20 so that the operating temperature of the FC stack 20 may become electrochemical reaction with optimal temperature (about 80 degrees C) are formed in the fuel cell system.

[0020] The cooling-water-flow path 30 which makes the FC stack 10 circulate through cooling water (heat carrier), Water pump 31 made to circulate through cooling water, and the radiator 32 which emits the heat of cooling water into atmospheric air are formed in the cooling system. Furthermore, the path 33 for evaporator heating for making an evaporator 12 circulate through cooling water, while making a radiator 32 bypass is formed in cooling systems 30-35. The path 33 for evaporator heating branches from the cooling-water-flow path 30, is established in juxtaposition to a radiator 32, and it is constituted so that it may pass through the path for heating in an evaporator 12.

[0021] The passage change bulb 34 is formed in the tee of the cooling-water-flow path 30 and the path 33 for evaporator heating. Thereby, the passage of cooling water is changed. When pouring cooling water to a radiator 32 side, a circulating water temperature can be reduced and cooling temperature control of the FC stack 20 can be performed.

[0022] On the other hand, when pouring cooling water to an evaporator 12 side, exhaust heat of the FC stack 20 can be told to an evaporator 12 through cooling water. Thus, the FC stack 20 and cooling systems 30, 31, 33, and 34 constitute a heating means to heat an evaporator 12 by making generation of heat (exhaust heat) of the FC stack 20 accompanying operation into a heat source.

[0023] Moreover, the temperature sensor 35 for detecting the temperature (whenever [stoving temperature / of an evaporator 12]) of the cooling water through which it circulates to an evaporator 12 is formed in the path 33 for evaporator heating.

[0024] The control section (ECU) 40 which performs various control is formed in the fuel cell system of this operation gestalt. The demand power signal from a load, the pressure signal from a pressure sensor 12, the quantity-of-gas-flow signal from a flow rate sensor 16, the temperature signal from a temperature sensor 33, etc. are inputted into a control section 40. Moreover, the control section 50 is constituted so that a control signal may be outputted to gas-compression machine 15 grade.

[0025] Hereafter, the pressure-control approach in the evaporator 12 in the fuel cell system of the above-mentioned configuration is explained based on drawing 2 and drawing 3. Drawing 2 is a flow chart which shows the pressure-control approach of the evaporator 12 in the fuel cell system of a \*\*\*\* 1 operation gestalt.

[0026] First, the transit demand power of empty vehicle both drive motors, such as accelerator opening which an operator operates, is computed, and the amount of hydrogen required in order to generate transit demand power by the FC stack 20 is computed. And a reformed gas flow rate required in order to generate the amount of need hydrogen in the reforming section 17 is computed (step S10).

[0027] Next, based on a need reformed gas flow rate, a reforming fuel is injected and supplied to an evaporator 12 from the fuel feed zones 10 and 11 (step S11).

[0028] Next, the circulating water temperature through which it circulates to an evaporator 12 with a temperature sensor 35 is detected (step S12). The heat-source temperature which heats an evaporator 12 by this is detectable.

[0029] Next, based on heat-source temperature, the target pressure force in an evaporator 12 is determined (step S13). Here, the target pressure force decision approach in an evaporator 12 is explained based on drawing 3. Drawing 3 shows the relation between the pressure in an evaporator 12, and the evaporation temperature of a reforming raw material (a hydrocarbon compound, water). A in drawing 3 shows the evaporation temperature of water, and B shows the evaporation temperature of a gasoline.

[0030] As shown in drawing 3, the pressure in an evaporator 12 and the evaporation temperature of a reforming raw material have a correlation, and if the pressure in an evaporator 12 declines, the evaporation temperature of a reforming raw material will become low. Moreover, since the evaporation temperature B of a gasoline is higher as compared with the evaporation temperature A of water, if the temperature of an evaporator 12 is set as the temperature to which a gasoline evaporates, water can also be evaporated in coincidence.

[0031] Therefore, what is necessary is just to adjust the pressure in an evaporator 12 according to whenever [stoving temperature], in order to evaporate a reforming raw material in whenever [by cooling water / stoving temperature]. Then, it is set as the pressure which can evaporate a reforming raw material in the circulating water temperature which detected the target pressure force in an evaporator 12 with the temperature sensor 35.

[0032] Next, while making the pressure in an evaporator 12 into the target pressure force, in order to make into a target flow rate the reformed gas flow rate supplied to the reforming section 17, the rotational frequency of the gas-compression machine 15 is controlled (step S14). Next, a pressure sensor 13 detects the pressure in an evaporator 12 (step S15), and the reformed gas flow rate supplied to the reforming section 17 with a flow rate sensor 16 is detected (step S16).

[0033] Next, when the pressure in an evaporator 12 is target pressure force and the reformed gas flow rate supplied to the reforming section 17 is a target flow rate consequently it judges whether the pressure in an evaporator 12 turned into target pressure force, or the reformed gas flow rate supplied to the reforming section 17 turned into a target flow rate (step S17), evaporator pressure control is ended. On the other hand, when the reformed gas flow rate supplied to the pressure or the reforming section 17 in an evaporator 12 is not desired value, it carries out by repeating the above-mentioned steps S14-S16.

[0034] As mentioned above, like the fuel cell system of a \*\*\*\* 1 operation gestalt, by adjusting the pressure in an evaporator 12 according to heat-source temperature, even if the heat source which heats an evaporator 12 is low temperature, a reforming raw material can be evaporated certainly. Thereby, in an evaporator 12, heat energy required to evaporate a reforming raw material can decrease, and a reforming raw material can be evaporated using the exhaust heat accompanying operation of the fuel cell 20 of the FC stack 20.

[0035] Moreover, according to the \*\*\*\* 1 operation gestalt, the pressure in an evaporator 12 can be adjusted with the simple configuration which forms the gas-compression machine 15 between an evaporator 12 and the reforming section 17. Furthermore, in an evaporator 12, since a reforming raw material can be evaporated at low temperature, the time amount which evaporation of a reforming raw material takes can be shortened, and the responsibility of the fuel reformer which supplies hydrogen to a fuel cell 20 can be raised.

[0036] (The 2nd operation gestalt) Next, the 2nd operation gestalt of this invention is explained based on drawing 4. As for a \*\*\*\* 2 operation gestalt, the heating approaches of an evaporator 12 differ as compared with the above-mentioned 1st operation gestalt. The same part as the above-mentioned 1st operation gestalt attaches the same sign, and omits explanation.

[0037] Drawing 4 shows the whole fuel cell system configuration of a \*\*\*\* 2 operation form. In the FC stack 20, the off-gas containing the surplus hydrogen which was not used for electrochemical reaction is discharged in the case of operation. So, as shown in drawing 4, the off-gas supply way 21 is formed between the FC stack 20 and the evaporator 12, and the off-gas discharged from the FC stack 20 consists of fuel cell systems of a \*\*\*\* 2 operation gestalt so that an evaporator 12 may be supplied.

[0038] Moreover, the combustion section 19 which burns the off-gas supplied through the off-gas supply way 21 from the FC stack 20 is formed in the evaporator 12. The combustion gas generated in the combustion section 19 is supplied to an evaporator 12. In an evaporator 12, a reforming raw material is heated by the heat of combustion of combustion gas, and evaporation evaporation is carried out.

[0039] By such configuration, the heat of combustion of the off-gas discharged from a fuel cell 20 can be used as a heat source which heats a reforming raw material by the evaporator 12. By heating reformed gas with the heat of combustion of combustion gas, the responsibility of the fuel reformer which supplies hydrogen to a fuel cell can be raised further.

[0040] (The 3rd operation gestalt) Next, the 3rd operation gestalt of this invention is explained based on drawing 5. As for a \*\*\*\* 3 operation gestalt, the heating approaches of an evaporator 12 differ as compared with the above-mentioned 1st operation gestalt. The same part as the above-mentioned 1st operation gestalt attaches the same sign, and omits explanation.

[0041] Drawing 5 shows the whole fuel cell system configuration of a \*\*\*\* 3 operation gestalt. The reforming section 17 and CO removal section 18 also generate heat by catalytic reaction (oxidation

reaction). So, in the fuel cell system of a \*\*\*\* 3 operation gestalt, it has the cooling systems 50-54 for cooling the reforming section 17 and CO removal section 18, as shown in drawing 5.

[0042] The cooling-water-flow path 50 which makes the reforming section 17 and CO removal section 18 circulate through cooling water (heat carrier), Water pump 51 made to circulate through cooling water, and the radiator 52 which emits the heat of cooling water into atmospheric air are formed in the cooling system. Furthermore, the path 53 for evaporator heating for making an evaporator 12 circulate through cooling water, while making a radiator 52 bypass is formed in cooling systems 50-54. The path 53 for evaporator heating branches from the cooling-water-flow path 50, is established in juxtaposition to a radiator 52, and it is constituted so that it may pass through the path for heating in an evaporator 12.

[0043] The passage change bulb 54 is formed in the tee of the cooling-water-flow path 50 and the path 53 for evaporator heating. Thereby, the passage of cooling water is changed. When pouring cooling water to a radiator 52 side, a circulating water temperature can be reduced and cooling temperature control of the reforming section 17 and CO removal section 18 can be performed.

[0044] By such configuration, a reforming raw material can be evaporated in the fuel cell system of a \*\*\*\* 3 operation gestalt at an evaporator 12 by making exhaust heat of the reforming section 17 or CO removal section 18 into a heat source.

[0045] (Other operation gestalten) In addition, it replaces with off-gas, in the combustion section 19, a fuel is supplied and is burned, and although the off-gas discharged from a fuel cell 20 was burned and combustion gas was obtained, you may constitute from an above-mentioned 2nd operation gestalt so that this may obtain combustion gas.

---

[Translation done.]

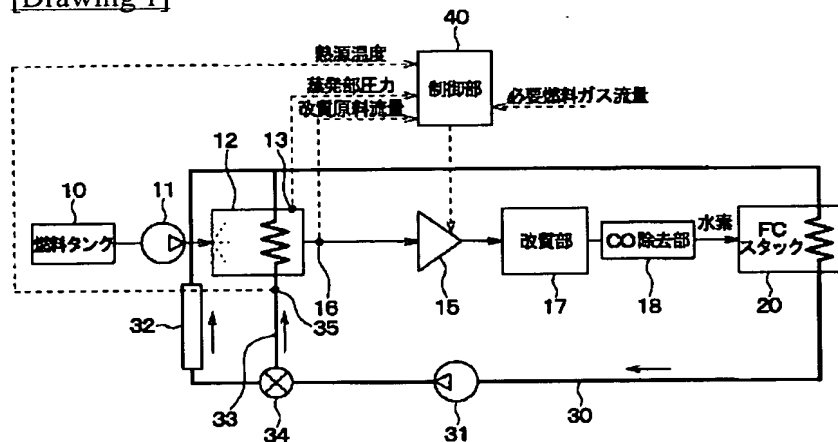
\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

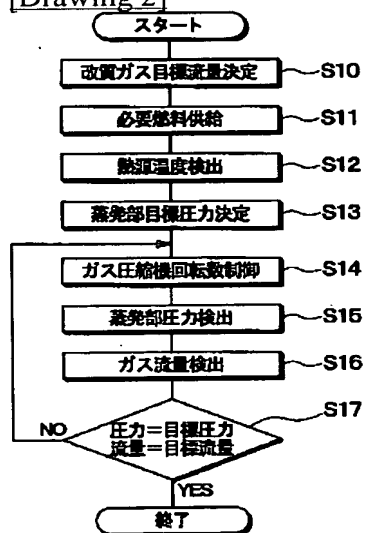
## DRAWINGS

[Drawing 1]



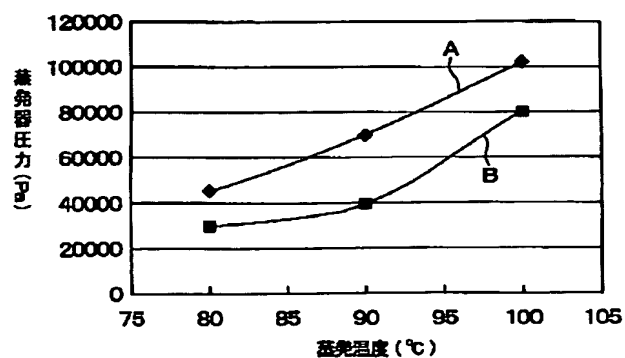
12: 蒸発部      17: 改質部  
15: ガス圧縮機      20: 燃料電池

[Drawing 2]

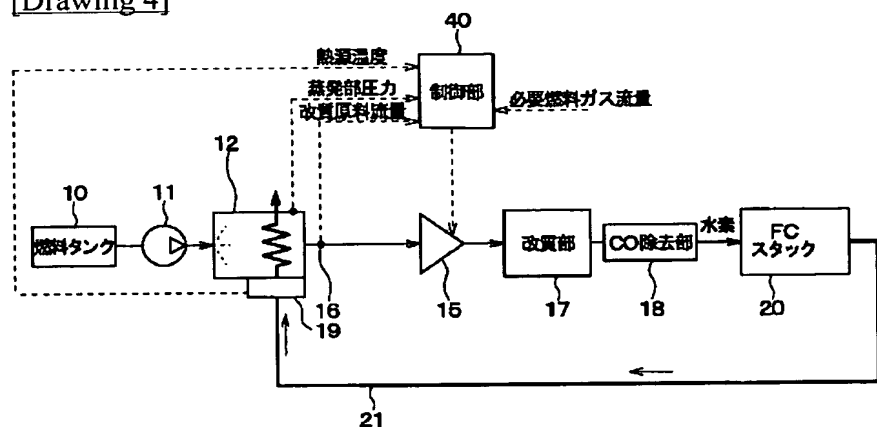


[Drawing 3]

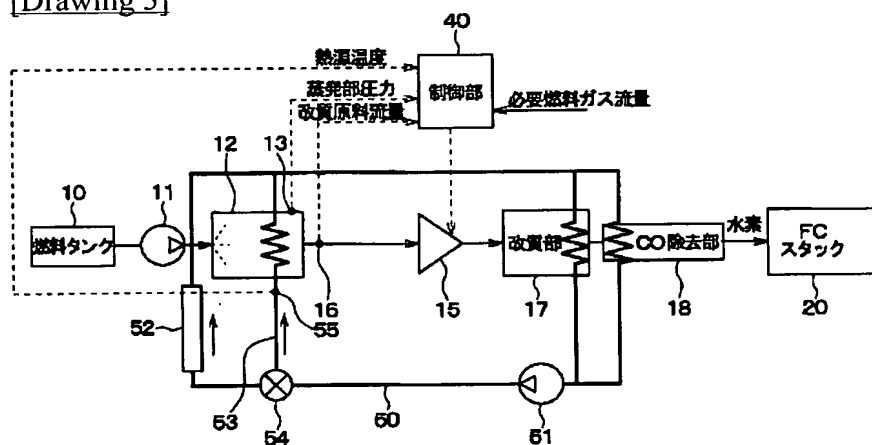




[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-249303

(43)Date of publication of application : 06.09.2002

(51)Int.Cl.

C01B 3/38

H01M 8/04

H01M 8/06

(21)Application number : 2001-045294

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 21.02.2001

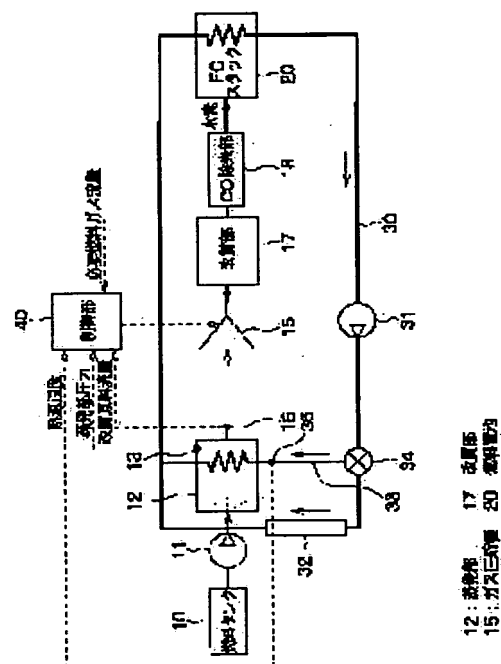
(72)Inventor : IMAMURA TOMONORI  
KATO HARUHIKO  
OKAMOTO KUNIO

## (54) APPARATUS FOR REFORMING FUEL

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an apparatus for reforming fuel to produce hydrogen by reforming a raw material for reforming, wherein heat energy necessary for evaporating the raw material at an evaporating part is decreased and moreover response of the apparatus for reforming fuel is improved.

SOLUTION: A gas compressor 15 is provided between an evaporating part 12 and a reforming part 17, wherein the evaporating part 12 produces a reforming gas by evaporating a raw material for reforming and the reforming part 17 produces hydrogen by catalytic reforming of the reformed gas, and the pressure in the evaporating part 12 is controlled by the gas compressor 15. As a heat source for heating the raw material for reforming, heat generated with the operation of a fuel cell 20 available through cooling water is used. The pressure control in the evaporating part 12 by the gas compressor 15 is carried out on the basis of heating temperature of the raw material for reforming heated by the heat source.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

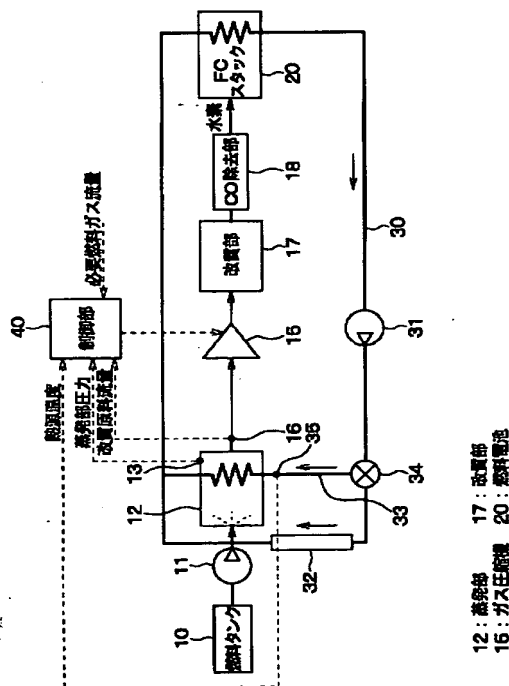
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号  
特開2002-249303  
(P2002-249303A)

FI		テ-マ-ト* (参考)
C01B	3/38	4G040
H01M	8/04	N 4G140
	8/06	G 5H027



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 改質反応により改質原料を水素に改質するとともに、水素消費装置（20）に前記水素を供給する燃料改質装置であって、

前記改質原料を蒸発させて改質ガスにする蒸発部（12）と、

前記改質ガスを触媒改質反応により水素に改質する改質部（17）と、

前記蒸発部（12）内の圧力を制御する圧力制御手段（15）とを備えることを特徴とする燃料改質装置。

【請求項 2】 前記蒸発部（12）において前記改質原料を加熱する熱源と、

前記熱源による加熱温度を検出する加熱温度検出手段（35）とを備え、

前記加熱温度検出手段（35）により検出した前記加熱温度に基づいて前記圧力制御手段（15）による前記蒸発部（12）内の圧力制御を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料改質装置。

【請求項 3】 前記圧力制御手段は、前記蒸発部（12）と前記改質部（17）との間に設けられたガス圧縮機（15）であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料改質装置。

【請求項 4】 前記圧力制御手段（15）は、前記改質部（17）に供給される改質ガスの流量を制御可能であることを特徴とする請求項 3 に記載の燃料改質装置。

【請求項 5】 前記水素消費装置は燃料電池（20）であり、前記熱源は前記燃料電池（20）の運転に伴って生ずる前記燃料電池（20）の発熱であることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載の燃料改質装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、炭化水素化合物を含む改質原料を触媒反応により水素に改質する燃料改質装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、燃料電池に水素を供給する水素供給装置として、燃料改質装置が提案されている。燃料改質装置では、炭化水素を含む改質原料を蒸発部にて蒸発（気化）させ、触媒を備える改質部にて気化した改質原料を触媒改質反応により水素に改質するように構成されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、蒸発部では大気圧下で改質原料を蒸発させているため、改質原料を高温に加熱する必要がある。このため、蒸発部では改質原料を蒸発させるために多量の熱エネルギーを要し、高温の熱源が必要となる。また、改質原料を高温に加熱する必要があるため、改質原料の加熱から蒸発までに時間がかかり、結果として燃料改質装置の応答性が悪くなると

いう問題があった。

【0004】 本発明は、上記問題点に鑑み、改質原料を改質して水素を生成する燃料改質装置であって、蒸発部において改質原料を蒸発させるために必要な熱エネルギーを減少させることを目的とし、さらに、燃料改質装置の応答性を向上させることも目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明では、改質反応により改質原料を水素に改質するとともに、水素消費装置（20）に水素を供給する燃料改質装置であって、改質原料を蒸発させて改質ガスにする蒸発部（12）と、改質ガスを触媒改質反応により水素に改質する改質部（17）と、蒸発部（12）内の圧力を制御する圧力制御手段（15）とを備えることを特徴としている。

【0006】 このような構成により、蒸発部（12）内の圧力を調整して改質原料の蒸発温度を変化させ、より低い温度で蒸発するようにすることができる。これにより、改質ガスの蒸発に要する熱エネルギーを減少させることができる。また、低温で改質ガスを蒸発させることができるので、蒸発部において改質原料の蒸発に要する時間を短縮することができ、燃料改質装置の応答性を向上させることができる。

【0007】 また、請求項 2 に記載の発明では、蒸発部（12）において改質原料を加熱する加熱手段と、加熱手段による加熱温度を検出する加熱温度検出手段（35）とを備え、加熱温度検出手段（35）により検出した加熱温度に基づいて圧力制御手段（15）による蒸発部（12）内の圧力制御を行うことを特徴としている。これにより、熱源の温度に応じて改質ガスの蒸発温度を調整できるので、確実に改質ガスを蒸発させることができる。

【0008】 また、請求項 3 に記載の発明では、圧力制御手段は、蒸発部（12）と改質部（17）との間に設けられたガス圧縮機（15）であることを特徴としている。これにより、ガス圧縮機（15）の回転数を調整することで蒸発部（12）内の圧力を調整することができ、蒸発部（12）と改質部（17）の間にガス圧縮機（15）を設けるだけの簡易な構成で圧力制御手段を提供できる。また、請求項 4 に記載の発明のように、圧力制御手段（15）は、改質部（17）に供給される改質ガスの流量を制御可能に構成することもできる。

【0009】 また、請求項 5 に記載の発明では、水素消費装置は燃料電池（20）であり、熱源は燃料電池（20）の運転に伴って生ずる燃料電池（20）の発熱であることを特徴としている。蒸発部（12）の圧力を調整して改質原料の蒸発温度を低下させることで、このように燃料電池（20）の排熱を利用して改質ガスを蒸発させることができる。

【0010】 なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述

する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】（第1実施形態）以下、本発明の第1実施形態を図1～図3に基づいて説明する。本第1実施形態では、本発明の燃料改質装置を、水素および酸素の電気化学反応により発電を行う燃料電池を備えた車両用の燃料電池システムに適用している。

【0012】図1は本第1実施形態の燃料電池システムの全体構成を示している。図1に示すように、燃料電池システムでは、燃料改質装置10～18にて生成されて水素が燃料電池（FCスタック）20に供給されるように構成されている。

【0013】燃料改質装置10～18は、改質原料を供給する燃料供給部10、11と、改質原料を蒸発気化させて改質ガスとする蒸発部（蒸発器）12と、蒸発部12内の圧力を制御するガス圧縮機15と、改質ガスを水蒸気改質にて水素に改質して水素リッチガス生成する改質部17と、水素リッチガスからCOを除去するCO除去部18とから構成されている。

【0014】燃料供給部10、11は、炭化水素化合物を含む改質原料が貯蔵された燃料タンク10と、燃料タンク10の改質用燃料を蒸発部12に供給する燃料ポンプ11とからなる。本第1実施形態では、改質原料に用いる炭化水素化合物としてガソリンを用いている。また、改質原料には水が含まれている。このため、燃料供給部10、11は図示しない水分供給装置を含んでおり、炭化水素化合物とともに水が蒸発部12に供給される。

【0015】蒸発部12では、燃料供給部10、11より供給された液体状態の改質原料を加熱することにより蒸発気化させ、気体状態の改質ガスにするように構成されている。蒸発部12には、改質原料が通過する改質原料通路と熱媒体（本第1実施形態では冷却水）が通過する加熱用通路とが形成されており、後述のように冷却水を介して燃料電池20の排熱により改質原料が加熱される。蒸発部12には、蒸発部12内の圧力を検出する圧力センサ13が設けられている。蒸発部12にて気化された改質ガスは改質部17に供給される。

【0016】蒸発部12の下流側には、上流側より供給される改質ガスを圧縮して下流側に排出するガス圧縮機15が設けられている。ガス圧縮機15により蒸発部12内の圧力を制御する圧力制御手段を構成している。さらに、ガス圧縮機15は、下流側の改質部17に供給される改質ガスの流量を制御する流量制御手段も構成している。ガス圧縮機15としては、例えば容積型圧縮機やターボ型圧縮機を用いることができる。また、蒸発部12の下流側には、改質部17に供給される改質ガスの流量を検出する流量センサ16が設けられている。

【0017】ガス圧縮機15は、上流側のガスを吸引し

て圧縮した後で下流側に排出する。従って、ガス圧縮機15を作動させることでガス圧縮機15の上流側は負圧となり、蒸発部12内を減圧することができる。ガス圧縮機15の回転数を大きくするとガス吸引力が増大し、蒸発部12内の圧力が低下するとともに改質部17へのガス流量が大きくなる。逆に、ガス圧縮機15の回転数を小さくするとガス吸引力が減少し、蒸発部12内の圧力が上昇するとともに改質部17へのガス流量が小さくなる。ガス圧縮機15の下流側には、改質触媒を備える改質部17が設けられている。改質部17では、改質ガスを水蒸気改質反応により水素と二酸化炭素と少量の一酸化炭素とに改質して、水素リッチガスを生成するように構成されている。改質部17では、水蒸気改質反応と部分酸化改質反応とが併用されるように構成されている。改質部17には、部分酸化反応のために図示しない空気供給装置より空気が供給される。改質部17の下流側にはCO除去部18が設けられ、改質部17にて生成した水素リッチガスから一酸化炭素を除去する。

【0018】以上の燃料改質装置10～18にて生成した水素は、水素消費装置としての燃料電池（FCスタック）20に供給される。FCスタック20には、水素とともに空気（酸素）が供給され、水素と酸素との電気化学反応により電気エネルギーが発生するように構成されている。FCスタック20にて発電した電力は、図示しない車両走行用モータ（負荷）に供給される。

【0019】FCスタック20は発電に伴い発熱を生じる。このため、燃料電池システムには、FCスタック20の作動温度が電気化学反応に適温（80℃程度）となるようにFCスタック20を冷却する冷却システム30～35が設けられている。

【0020】冷却システムには、FCスタック10に冷却水（熱媒体）を循環させる冷却水循環経路30、冷却水を循環させるウォーターポンプ31、冷却水の熱を大気中に放出する放熱部32が設けられている。さらに、冷却システム30～35には、冷却水を放熱部32をバイパスさせるとともに蒸発部12に循環させるための蒸発部加熱用経路33が設けられている。蒸発部加熱用経路33は、冷却水循環経路30から分岐して放熱部32に対して並列的に設けられ、蒸発部12内の加熱用通路を通過するように構成されている。

【0021】冷却水循環経路30と蒸発部加熱用経路33との分岐部には流路切替バルブ34が設けられている。これにより冷却水の流路が切り替えられる。冷却水を放熱部32側に流す場合には、冷却水温度を低下させてFCスタック20の冷却温調を行うことができる。

【0022】一方、冷却水を蒸発部12側に流す場合には、冷却水を介してFCスタック20の排熱を蒸発部12に伝えることができる。このようにFCスタック20と冷却系30、31、33、34により、運転に伴うFCスタック20の発熱（排熱）を熱源として蒸発部12

を加熱する加熱手段を構成している。

【0023】また、蒸発部加熱用経路 33 には、蒸発部 12 に循環する冷却水の温度（蒸発部 12 の加熱温度）を検出するための温度センサ 35 が設けられている。

【0024】本実施形態の燃料電池システムには各種制御を行う制御部（ECU）40 が設けられている。制御部 40 には、負荷からの要求電力信号、圧力センサ 12 からの圧力信号、流量センサ 16 からのガス流量信号、温度センサ 33 からの温度信号等が入力される。また、制御部 50 は、ガス圧縮機 15 等に制御信号を出力する

ように構成されている。

【0025】以下、上記構成の燃料電池システムにおける蒸発部 12 内の圧力制御方法を図 2、図 3 に基づいて説明する。図 2 は本第 1 実施形態の燃料電池システムにおける蒸発部 12 の圧力制御方法を示すフローチャートである。

【0026】まず、運転者の操作するアクセル開度等から車両走行用モータの走行要求電力を算出し、FC スタック 20 にて走行要求電力を発電するために必要な水素量を算出する。そして、改質部 17 で必要水素量を生成

するために必要な改質ガス流量を算出する（ステップ S10）。

【0027】次に、必要改質ガス流量に基づいて、燃料供給部 10、11 より改質燃料を蒸発部 12 に噴射して供給する（ステップ S11）。

【0028】次に、温度センサ 35 にて蒸発部 12 に循環する冷却水温度を検出する（ステップ S12）。これにより蒸発部 12 を加熱する熱源温度を検出することができる。

【0029】次に、熱源温度に基づいて蒸発部 12 内の目標圧力を決定する（ステップ S13）。ここで、蒸発部 12 内の目標圧力決定方法を図 3 に基づいて説明する。図 3 は、蒸発部 12 内の圧力と改質原料（炭化水素化合物、水）の蒸発温度との関係を示している。図 3 中の A は水の蒸発温度を示しており、B はガソリンの蒸発温度を示している。

【0030】図 3 に示すように、蒸発部 12 内の圧力と改質原料の蒸発温度とは相関関係があり、蒸発部 12 内の圧力が低下すれば改質原料の蒸発温度は低くなる。また、水の蒸発温度 A に比較してガソリンの蒸発温度 B の方が高いため、蒸発部 12 の温度をガソリンが蒸発する温度に設定すれば、同時に水も蒸発させることができる。

【0031】従って、冷却水による加熱温度で改質原料を蒸発させるためには、加熱温度に応じて蒸発部 12 内の圧力を調整すればよい。そこで、蒸発部 12 内の目標圧力を、温度センサ 35 にて検出した冷却水温度で改質原料を蒸発させることのできる圧力に設定する。

【0032】次に、蒸発部 12 内の圧力を目標圧力にするとともに改質部 17 に供給される改質ガス流量を目標

流量にするために、ガス圧縮機 15 の回転数を制御する（ステップ S14）。次に、圧力センサ 13 にて蒸発部 12 内の圧力を検出し（ステップ S15）、流量センサ 16 にて改質部 17 に供給される改質ガス流量を検出する（ステップ S16）。

【0033】次に、蒸発部 12 内の圧力が目標圧力になったか、改質部 17 に供給される改質ガス流量が目標流量になったかを判定する（ステップ S17）この結果、蒸発部 12 内の圧力が目標圧力であり、改質部 17 に供給される改質ガス流量が目標流量である場合には、蒸発部圧力制御を終了する。一方、蒸発部 12 内の圧力あるいは改質部 17 に供給される改質ガス流量が目標値でない場合には、上記ステップ S14～S16 を繰り返す行う。

【0034】以上、本第 1 実施形態の燃料電池システムのように、熱源温度に応じて蒸発部 12 内の圧力を調整することにより、蒸発部 12 を加熱する熱源が低温であっても確実に改質原料を蒸発させることができるようになる。これにより、蒸発部 12 で改質原料を蒸発させるのに必要な熱エネルギーが減少し、FC スタック 20 の燃料電池 20 の運転に伴う排熱を利用して、改質原料を蒸発させることができる。

【0035】また、本第 1 実施形態によれば、蒸発部 12 と改質部 17 の間にガス圧縮機 15 を設けるだけの簡易な構成で蒸発部 12 内の圧力を調整することができる。さらに、蒸発部 12 において、低温で改質原料を蒸発させることができるので、改質原料の蒸発に要する時間を短縮でき、燃料電池 20 に水素を供給する燃料改質装置の応答性を向上させることができる。

【0036】（第 2 実施形態）次に、本発明の第 2 実施形態を図 4 に基づいて説明する。本第 2 実施形態は上記第 1 実施形態と比較して、蒸発部 12 の加熱方法が異なるものである。上記第 1 実施形態と同様の部分は同一の符号を付して説明を省略する。

【0037】図 4 は、本第 2 実施形態の燃料電池システムの全体構成を示している。FC スタック 20 では、運転の際、電気化学反応に用いられなかった余剰水素を含むオフガスが排出される。そこで、本第 2 実施形態の燃料電池システムでは、図 4 に示すように、FC スタック 20 と蒸発部 12 との間にはオフガス供給路 21 が設けられており、FC スタック 20 から排出されたオフガスは蒸発部 12 に供給されるように構成されている。

【0038】また、蒸発部 12 には、FC スタック 20 よりオフガス供給路 21 を介して供給されたオフガスを燃焼させる燃焼部 19 が設けられている。燃焼部 19 にて生成した燃焼ガスは蒸発部 12 に供給される。蒸発部 12 では、燃焼ガスの燃焼熱により改質原料が加熱され蒸発気化する。

【0039】このような構成により、蒸発部 12 にて改質原料を加熱する熱源として、燃料電池 20 から排出さ

れるオフガスの燃焼熱を利用することができる。燃焼ガスの燃焼熱により改質ガスを加熱することで、燃料電池に水素を供給する燃料改質装置の応答性をさらに向上させることができる。

【0040】（第3実施形態）次に、本発明の第3実施形態を図5に基づいて説明する。本第3実施形態は上記第1実施形態に比較して、蒸発部12の加熱方法が異なるものである。上記第1実施形態と同様の部分は同一の符号を付して説明を省略する。

【0041】図5は本第3実施形態の燃料電池システムの全体構成を示している。改質部17およびCO除去部18も触媒反応（酸化反応）により発熱する。そこで、本第3実施形態の燃料電池システムでは、図5に示すように改質部17およびCO除去部18を冷却するための冷却システム50～54を備えている。

【0042】冷却システムには、改質部17およびCO除去部18に冷却水（熱媒体）を循環させる冷却水循環経路50、冷却水を循環させるウォータポンプ51、冷却水の熱を大気中に放出する放熱部52が設けられている。さらに、冷却システム50～54には、冷却水を放熱部52をバイパスさせるとともに蒸発部12に循環させるための蒸発部加熱用経路53が設けられている。蒸発部加熱用経路53は、冷却水循環経路50から分岐して放熱部52に対して並列的に設けられ、蒸発部12内の加熱用通路を通過するように構成されている。

【0043】冷却水循環経路50と蒸発部加熱用経路53との分岐部には流路切替バルブ54が設けられている。これにより冷却水の流路が切り替えられる。冷却水

を放熱部52側に流す場合には、冷却水温度を低下させて改質部17およびCO除去部18の冷却温調を行うことができる。

【0044】このような構成により、本第3実施形態の燃料電池システムでは、改質部17やCO除去部18の排熱を熱源として、蒸発部12にて改質原料を蒸発させることができる。

【0045】（他の実施形態）なお、上記第2実施形態では、燃料電池20から排出されるオフガスを燃焼させて燃焼ガスを得たが、オフガスに代えて、燃焼部19に燃料を供給して燃焼させ、これにより燃焼ガスを得るように構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】上記第1実施形態の燃料電池システムの概略構成を示す概念図である。

【図2】圧力と改質原料の蒸発温度との関係を示す特性図である。

【図3】図1の燃料電池システムの作動を示すフローチャートである。

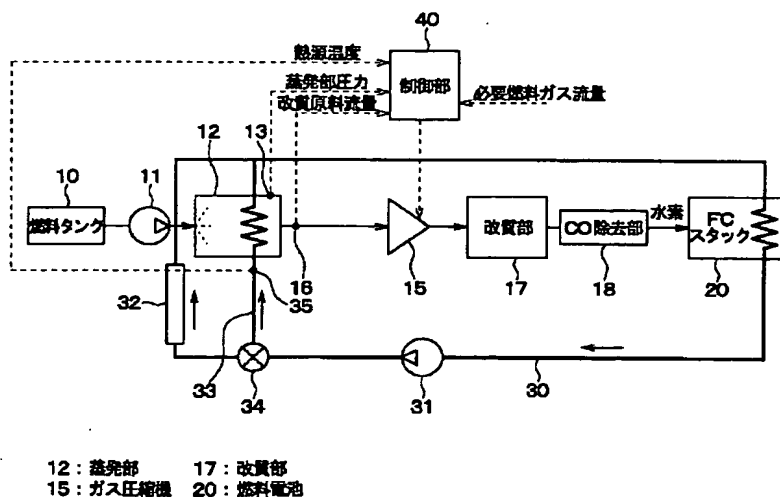
【図4】上記第2実施形態の燃料電池システムの概略構成を示す概念図である。

【図5】上記第3実施形態の燃料電池システムの概略構成を示す概念図である。

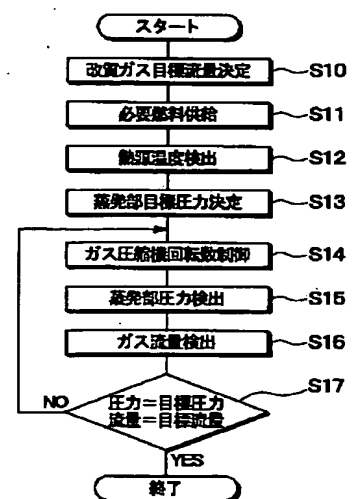
【符号の説明】

12…蒸発部、15…ガス圧縮機、17…改質部、18…CO除去部、20…燃料電池（FCスタック）、40…制御部。

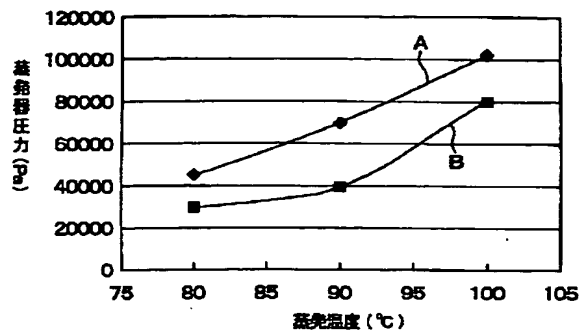
【図1】



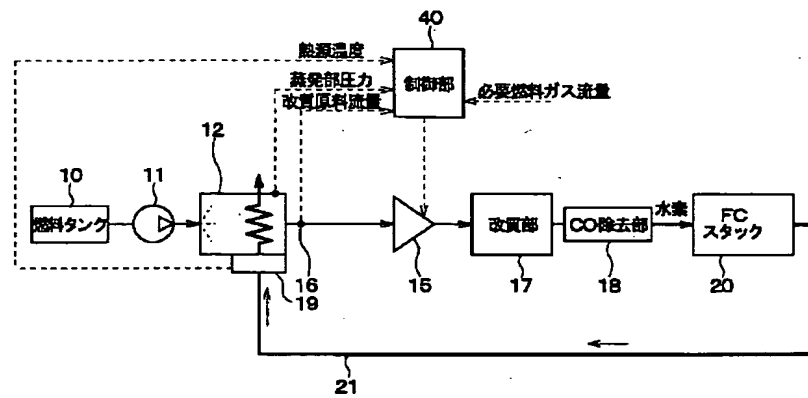
【図2】



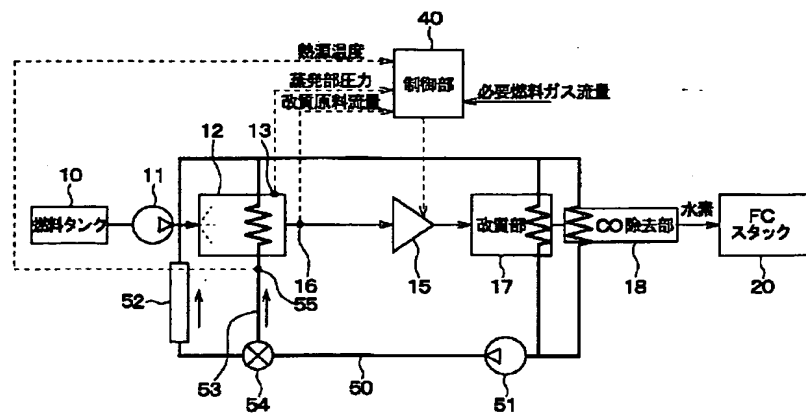
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72) 発明者 岡本 邦夫  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社  
デンソー内



.F ターム(参考) 4G040 EA03 EA06 EB03 EB43  
4G140 EA03 EA06 EB03 EB43  
5H027 AA02 BA01 BA09 KK08 KK48  
MM12